

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Total Productive Maintenance*

Bentuk dari perawatan dan penjagaan atau pemeliharaan adalah pengembangan dari *productive* perawatan, bentuk metode yang telah dilakukan terlebih dahulu di negara Amerika, dan sekarang telah berubah menjadi penerapan kebudayaan negara Jepang. *Total productive maintenance* adalah perluasan dan pengembangan bentuk metode *Productive Maintenance* (PM), maka dari itu *Total productive maintenance* juga berarti sebagai PM yang mengikutsertakan atau melibatkan ikutsertaan bagian. *Total productive maintenance* metode yang digunakan untuk mengoptimalkan efektivitas dari mesin dan mengurangi kerusakan dari mesin (Aspinwall & magged Elgharib, 2013).

Total Productive Maintenance (TPM) yaitu sebuah hubungan kerjasama antara perawatan dan lini produksi dengan tujuan mengurangi harga peralatan dan pengeluaran dan secara menyeluruh akan meningkatkan hasil output produksi menjadi lebih baik lagi, biayapun akan menjadi berkurang, untuk meningkatkan kinerja kemampuan peralatan atau mesin dan mengembangkan seluruh sistem perawatan dan pemeliharaan pada perusahaan produksi manufaktur (Wireman, 2004).

Total Productive Maintenance (TPM) berfokus pada seluruh elemen-elemen yang tidak hanya pada satu titik tertentu seperti kualitas dari produktivitas mesin ataupun peralatan, bahan-bahan untuk pendukung sarana produksi tapi selain itu juga banyak perhatian lebih seperti untuk peningkatan produktivitas karyawan, operator yang bertugas nantinya sebagai pemegang endali dalam produksi dan pada mesin peralatan tersebut. (Corder, 1996).

Total Productive Maintenance (TPM) adalah sebuah metode atau prosedur yang mempunyai tujuan meningkatkan suatu efisiensi mesin dan peralatan dan juga untuk menitik beratkan pada perawatan yang terencana melalui seluruh anggota karyawan yang bekerja pada perusahaan tersebut dengan cara melakukan

pelatihan-pelatihan melalui prosedur perusahaan dari seluruh anggota yang terlibat melalui dari yang posisi paling atas sampai posisi paling bawah (Fajar, 2013)

Selain itu TPM diartikan sebagai proses suatu racangan perbaikan yang ditujukan ke lini produksi dengan peralatan yang masih terjaga dengan baik. Dengan demikian tujuan pengolahan aset pabrik menjadi lebih efisien dengan adanya hubungan seluruh pihak antara karyawan, anggota sehingga akan terhubung antara peralatan, produksi dan teknik (Ahuja, 2008).

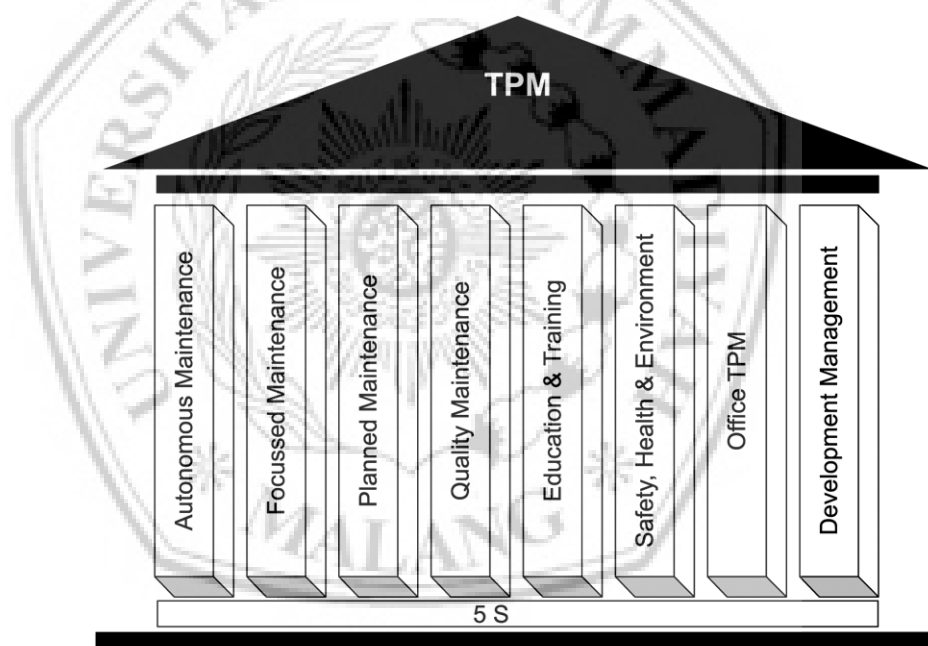
Munculnya gagasan dari *Total Productive Maintenance (TPM)* adalah bertemunya antara lini produksi dan lini maintenance atau perawatan dalam sebuah yang sama-sama di lingkup kecil pada waktu itu mengalami sebuah permasalahan dan kedua lini tersebut dapat memecahkan masalah dengan melakukan pertukaran ide pemecahan masalah tersebut. Dalam hal ini peran penting TPM sangat dibutuhkan terutama dalam hal perusahaan manufaktur antara pelanggan, kualitas produk, harga, dan lama pengiriman produk. *Total Productive Maintenance* selain itu dapat juga sebagai peran penting dalam hal menjaga peralatan perusahaan dengan kerjasama antara seluruh organ dalam lingkup perusahaan. (Besterfield, 1999). Secara menyeluruh definisi *total productive maintenance* mencakup 5 elemen :

1. Tujuan TPM itu sendiri dapat melahirkan perawatan yang terencana untuk menjaga agar mesin tetap dalam koridor berjalan lancar dan normal dan juga berumur panjang.
2. Penerapan dapat ditempatkan di berbagai lini departemen. Contohnya lini teknik, perawatan dan produksi.
3. Tujuan lain TPM untuk meningkatkan lebih dari sebelumnya mengenai efektivitas mesin atau peralatan.
4. Keterlibatan lini TPM yaitu keseluruhan pegawai atau karyawan dari tingkatan manajemen paling atas sampai tingkatan paling bawah.
5. Metode ini adalah merupakan pengembangan dari perawatan yang terencana.

Dalam hal ini peran dari pemeliharaan dan perawatan sangat penting bagi perusahaan manufaktur terutama yang beroperasi di bidang bagian peralatan mesin. Oleh karena itu sebagian besar perusahaan harus sudah wajib menerapkan *total*

productive maintenance sebagai hal terpenting dalam menjaga produktivitas peralatan mesin. Dalam usaha menerapkan konsep TPM perusahaan, dapat seperti membangun rumah yaitu pondasi yang kokoh dan kuat. TPM mempunyai pondasi yang disebut 5S, yaitu pemilahan atau (*seiri*), penyusunan atau (*seiton*), peresikan atau (*seiso*), perlindungan kondisi atau (*seiketsu*), dan kesadaran agar tersadar untuk selalu berbuat baik dalam hal ini waktu bekera (*shitsuke*).

Total Productive Maintenance (TPM) mempunyai pilar utama adalah 8 pilar dapat disebut juga 8 tiang kuat TPM (*Eight Pillar of Total Productive Maintenance*). 8 tiang / pilar TPM (*Total Productive Maintenance*) ditujukan sebagian besar pada teknik lebih aktif dan terencana agar dapat menjaga agar kualitas mesin atau peralatan tetap dalam kondisi terbaik.



Note: Approach suggested by the Japan Institute of Plant Maintenance

Gambar 2.1 8 pilar TPM

Berikut 8 pilar TPM (Cudney, 2009)

1. *Autonomous Maintenance /Jishu Hozen* (Perawatan Otonomus)

Pilar pertama ini dapat diberikan tugas untuk perawatan secara rutin kepada orang operator seperti pengecekan dan inspeksi peralatan atau mesin, pembersihan peralatan atau mesin, dan pemberian lubrikasi pelumas. Dengan tujuan tersebut diharapkan operator mempunyai rasa seperti ke barannya sendiri

sehingga peralatan tersebut dapat terus terjaga walaupun milik perusahaan, Selain itu dapat memberi pengetahuan yang lebih mendalam kepada operator tentang peralatan yang sedang dipakai. Dengan Pilar ini, Peralatan atau Mesin dijaga bersin dan terubriakasi karena tanggung jawab tersebut serta dapat menetapkan potensi yang tidak diinginkan atau kerusakan yang lebih parah atau yang tidak diinginkan.

2. *Focused Improvement / Kobetsu Kaizen* (Perbaikan yang terfokus)

Membentuk grup kerja yang aktif guna dapat mencanakan mesin-mesin kerja yang rusak, tidak normal, bermasalah dengan usulan-usulan perbaikan untuk memberikan sebuah solusi. Kelompok grup kerja dalam melakukan *Focused Improvement* juga bisa mendukung kinerja sebuah perusahaan untuk mencapai targetnya, karena mendapatkan karyawan-karyawan yang mempunyai kemampuan dan bertalenta.

3. *Planned Maintenance* (Perawatan Terencana)

Pilar ke tiga ini dapat kita ketahui yang berguna sebagai pengatur jadwal dari kegagalan suatu peralatan atau mesin. Hal ini dapat ditentukan dari kerusakan-kerusakan yang pada waktu kemarin atau lalu pernah terjadi dan juga berdasar banyak kerusakan yang pernah terjadi dan juga dapat diprediksi untuk kerusakan yang terjadi. Pilar ini mempunyai nilai keuntungan yang baik yaitu dapat memprediksi kerusakan sehingga dapat mengurangi mesin yang mati mendadak dan dapat mengendalikan suatu kerusakan tersebut.

4. *Quality Maintenance* (Perawatan Kualitas)

Pilar ke empat ini adalah masalah kualitas dari suatu produk yang tujuannya suatu peralatan mesin dapat mengetahui dan mencegah kesalahan-kesalahan melalui peralatan yang ada pada waktu produksi sehingga kualitas tetap terjaga. Kecepatan dalam meramalkan kesalahan dengan baik juga dapat nantinya menghasilkan produksi yang seperti biasanya sesuai standart perusahaan . Jika semua tersebut telah dilakukan maka produk cacat juga akan berkurang yang akhirnya bisa menghemat biaya dengan kualitas tetap terbaik.

5. *Training dan Education* (Pelatihan dan Pendidikan)

Dari *Education dan Training* dalam metode ini diperlukan dengan cara sebuah pendidikan dan pelatihan untuk menambah wawasan dan pengetahuan dari *Total Productive Maintenance* (TPM). Dengan minimnya keahlian dan ilmu pada mesin atau alat yang dipakai saat bekerja bisa menyebabkan terjadi rusak pada mesin peralatan atau bisa merendahnya mesin dalam hal ini efektivitasnya yang akhirnya perusahaan akan merugi. setelah dilakukan pelatihan-pelatihan, pada hal ini kapabilitas operator peralatan dapat ditingkatkan menjadi lebih tinggi lagi dengan tujuan dapat melakukan hal-hal mengenai perawatan (*maintenance*) dari yang paling bawah untuk lainnya pada bagian *engginer* atau teknik dapat dilatih dalam hal meningkatkan kemampuannya baik secara teori maupun praktek lapangan untuk menganalisis kerusakan-kerusakan mesin apa saja atau peralatan kerja dan kemampuan lain untuk melakukan perawatan dan pencegahan sebelum semua terjadi. Pelatihan pada tingkatan ini dapat meningkatkan kemampuan dari pada seorang manajer dalam mendidik dan membimbing karyawan atau tenaga kerjanya atau biasa disebut (*mentoring dan Coaching skills*) dalam penerapan TPM (*Total Productive Maintenance*).

6. *Safety, Health and Environment* (Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan)

Pada bagian ini parakaryawan pekerja ditujukan harus mampu dan dapat bekerja untuk berdasarannya dalam suatu lingkungan yang sehat setiap hari dan memenuhi standar keamanan. Dengan demikian, perusahaan diwajibkan untuk memenuhi dan menyediakan berupa sarana lingkungan yang sehat dan aman sesuai dengan SOP serta bebas dari kondisi yang berbahaya bagi seluruh keselamatan pekerja. Tujuan dari pilar ini adalah untuk menjaga keselamatan saat kerja, dan bebas dari seluruh kecelakaan yang tidak diinginkan (*Accident Free*).

7. *Early Equipment Management* (Manajemen Awal pada Peralatan kerja)

Selanjutnya pada pilar ketujuh merupakan pilar *Total Productive Maintenance* merupakan kumpulan pengalaman atau yang pernah didapat saat melakukan perawatan dan perbaikan suatu peralatan mesin dengan tujuan mesin yang baru dibeli dapat bekerja secara prosedur kenormalan. Tujuan dari pilar ini

adalah untuk memberikan kinerja mesin yang optimal dan bekerja secara menyeluruh dengan waktu yang singkat.

8. *TPM in Administration* (TPM dalam Administrasi)

Selanjutnya pada 8 pilar terakhir dalam *Total Productive Maintenance*(TPM) adalah menyebar atau memperluas pilar ini ke dalam bagian administrasi. Dengan demikian, tujuan pilar *Total Productive Maintenance*(TPM) ini agar seluruh pihak dalam organisasi (perusahaan) ini memiliki konsep atau rancangan dan ide yang sama termasuk staff administrasi (pembelian, perencanaan, dan keuangan).

2.1.1 **Manfaat *Total Productive Maintenance* (TPM)**

Manfaat yang didapat dari *Total Productive Maintenance* (TPM) dalam perusahaan untuk membuat rencana kerja dalam jangka lama maka dapat dilakukan melalui faktor-faktor tersebut (Cudney, 2013) :

1. untuk meningkatkan atau menambah produktivitas dengan menggunakan dasar-dasar *Total Productive Maintenance*(TPM) yang bertujuan untuk mengatasi kerugian yang terjadi pada perusahaan.
2. untuk menambah dan meningkatkan produksi dari segi kualitas dengan *Total Productive Maintenance*(TPM), dan mengurangi dan menghilangkan kerusakan yang sering terjadi pada peralatan dan mesin dengan cara-cara penanggulangan masalah yang sudah terfokus.
3. Dapat menepati pesanan konsumen dengan tidak molor. Hal tersebut dapat meminimalisir gangguan yang akan terjadi pada perusahaan.
4. untuk produksi diharapkan bisa lebih rendah.
5. Memberikan jaminan kesehatan dan keselamatan lingkungan menjadi lebih baik lagi dari sebelumnya.
6. Dapat meningkatkan dari motivasi atau pemikiran serta dorongan agar bisa menjadi tanggungjawab pada setiap individu.

2.1.2 Kerugian *Total Productive Maintenance* (TPM) Pada Perusahaan

Total Productive Maintenance(TPM) mengutamakan untuk dapat mengurangi suatu kerugian dalam perusahaan serta mengeluarkan biaya lebih dalam semua hal, Maka dari itu kerugian di dalam perusahaan harus diminimalisir bahkan dihilangkan. Berikut ini kerugian-kerugian yang pernah dialami oleh suatu perusahaan (Patrick, 2001) :

1. Mesin rusa dengan berkala maupun terjadi dengan tiba-tiba
2. Waktu perbaikan yang membutuhkan waktu yang sangat lama(terlalu lama)
3. Tidak ada pergantian proses saat *idle*
4. Waktu tiba-tiba mesin menurun (kecepatan)
5. Produksi yang tidak sesuai standart terlalu banyak (cacat)

2.1.3 Kerusakan Pada Peralatan

Losses merupakan kerugian bagian dari kerusakan pada peralatan, yang dapat dibagi kerusakan sebagai berikut (Patrick, 2001) :

1. Kerusakan yang terlihat nyata

Hal ini terjadi secara kasat mata dapat dilihat jelas oleh operator yang disebabkan oleh ketidakmampuan mesin bekerja secara normal seperti biasanya. Teradanya perbedaan yang sangat tidak biasa atau bias dikatakan menonjol yang tidak seperti biasa juga dapat menyimpulkan bahwa kerusakan terlihat nyata secara kasat mata. Untuk pengkategorian kerusakan ini adalah kategori dalam kerusakan yang berat dan untuk menanggulangi atau memperbaiki keadaan ini harus dilakukan perbaikan secara keseluruhan.

2. Kerusakan terselubung

Kerusakan terselubung untuk pendektasian lumayan susah, disebabkan untuk dilihat kasat mata tidak terlihat secara jelas, oleh sebab itu untuk mengetahui kerusakan ini memerlukan sebuah keahlian dalam bidang tersebut. Dan untuk mengatasi permasalahan tersebut perlunya diadakan pendisian dan pelatihan secara khusus dalam proses perbaikan. Dalam

kerusakan ini untuk pengkategorian dapat tergolong ke katagori yang kecil dan sedang.

2.2 Definisi Perawatan

Pengertian perawatan (*maintenance*) adalah suatu aspek pemeliharaan suatu peralatan atau mesin dengan tujuan mesin dapat terjaga dan bekerja secara optimal dan tidak sering mengalami kerusakan. Berikut beberapa manfaat dari perawatan (Kurniawan, 2013):

1. Dapat mengatasi permasalahan yang berhubungan dengan pekerjaan.
2. Memperpanjang usia suatu peralatan mesin .
3. Meminimalisir bahkan menghilangkan kerusakan berhenti mesin mendadak, pada waktu produksi tunggu (waktu menunggu) dan dapat mengganggu produksi berlangsung.
4. Menambah dalam hal ini adalah efisiensi sumber daya dalam produksi.
5. Sikap profesional meningkat
6. Perusahaan dapat diharapkan bisa bersaing dengan meningkatnya suatu nilai tukar produk dari perusahaan tersebut.
7. Dapat memilih solusi terbaik dengan pengambilan keputusan.
8. Membuat jadwal preventive, sehingga dalam pemeliharaan dapat bisa diontrol sesuai dengan jadwal.
9. Dapat meminimalisir biaya akibat permasalahan-permasalahan yang terjadi didalam mesin.

2.2.1 Istilah dalam Perawatan

Dalam pemahaman di dunia industri perawatan membutuhkan sebuah hubungan dekat diantara konseptor atau dari ide gagasan dengan pelaksana perawatan. Beberapa istilah dalam perawatan, Sebagai berikut (Kurniawan, 2013) :

1. *Inspection* atau Inspeksi adalah aktivitas untuk pengecekan dengan tujuan untuk mengetahui keadaan ataupun fasilitas-fasilitas produksi. Dalam inspeksi ini dengan menggunakan peralatan berupa panca indera yang dimiliki dan peralatan

yang telah disediakan oleh pihak perusahaan. Pengecekan bisa dilakukan kapan saja sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

2. *Repair* atau perbaikan yaitu suatu tindakan yang dilakukan pada peralatan atau mesin dengan tujuan mengembalikan ke se normal mungkin dengan cara melakukan perbaikan pada peralatan atau mesin yang mengalami masalah dalam proses operasinya.
3. *Overhaul* atau perbaikan menyeluruh adalah aktivitas secara semua bagian. *Overhaul* dikategorikan mempunyai kemiripan dengan *repair* Cuma yang membedakan adalah cangkupan yang lebih luas dan menyeluruh bagian. *Overhaul* dilakukan ketika mesin mengalami kerusakan yang cukup parah sekali, sementara itu kemampuan untuk mengganti peralatan yang baru atau beli baru tidak ada. *Overhaul* cukup mengganggu dalam produksi dan selain itu memerlukan biaya yang cukup besar bagi perusahaan untuk menanganani hal ini.
4. *Replacement* atau penggantian adalah suatu aksi dalam penggantian peralatan mesin. Dalam hal ini mesin atau peralatan yang memiliki kondisi efektivitas lebih baik lagi dari sebelumnya akan menggantikan peralatan / mesin yang lebih rendah . *Replacement* diterapkan apabila keadaan dan kondisi sudah berbeda atau tidak semestinya normal, atau sudah melewati waktu masa pakai (tua) sehingga efektivitas kinerja mesin juga menjadi berkurang. Kelemahan dari *replacement* adalah banyak membutuhkan biaya investasi yang cukup besar bagi perusahaan, maka dari itu untuk melakukan plan atau pilihan ini perlu banyak pertimbangan dan harus benar-benar tepat dalam mengambil keputusan.

2.2.2 Jenis – jenis *Perawatan*

Jenis-jenis perawatan atau *maintenance* adalah sebagai berikut (Sofyan, 2004) :

1. *Breakdown Maintenance* (Perawatan mesin saat rusak)

Breakdown Maintenance adalah merupakan perawatan yang dilakukan ketika mesin atau peralatan mengalami rusak. Kerusakan biasanya terjadi secara tiba-tiba dan mendadak diluar prediksi. Kerusakan ini menyebabkan mesin tidak bisa melakukan pekerjaannya atau tidak bisa beroperasi secara normal karena terdapat gangguan-gangguan yang mungkin belum diketahui penyebabnya. Kerusakan ini harus dihindari oleh semua pelaku mesin. Karena jika tidak bisa dihindari maka produksi akan terganggu dan bahkan akibat gangguan tersebut produksi menjadi berhenti total dan tidak bisa dijalankan.

2. *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan)

Preventive Maintenance atau bisa disebut perawatan untuk mencegah kerusakan. Disebut demikian karena dalam hal ini yang dilakukan agar mesin tetap bisa diontrol sejauh mana beroperasi maka dilakukan penjadwalan secara teratur dan rutin. Dengan demikian kerusakan-kerusakan yang sebelumnya akan terjadi bisa dilakukan pencegahan sebelumnya. Pencegahan dapat dilakukan dengan contoh pergantian part secara rutin, pergantian oli secara rutin dan sebagainya. Perawatan ini dibagi menjadi 2 yaitu :

a. *Periodic Maintenance* (Perawatan berkala)

Perawatan ini biasanya sudah terjadwal dalam suatu harian, mingguan ataupun bulanan. Untuk melakukan penerapan ini seperti pergantian oli secara rutin, pergantian part dengan aslinya. Tujuan tersebut tidak lain adalah untuk mencegah mesin berhenti secara mendadak. Dengan penerapan ini mesin akan kembali lancar dan beroperasi normal seperti biasanya sehingga perusahaan pun tidak akan mengalami pengurangan jumlah produksinya.

b. *Predictive Maintenance* (Perawatan Prediktif)

Dilakukan sebelum mesin mengalami kegagalan dan juga sebelum terjadinya kerusakan total pada mesin. Untuk yang menjadi perbedaan dari perawatan sebelumnya adalah pada kondisi mesin.

3. *Corrective Maintenance* (Perawatan Korektif)

Perawatan ini dilakukan pada mesin yang masih bisa berjalan dan beroperasi tetapi sudah tidak normal. Perawatan ini dilakukan dengan cara melihat jenis kerusakan yang terjadi dan mengidentifikasi apa saja faktornya yang menyebabkan masalah mesin rusak. Lalu setelah semua ketemu maka akan dilakukan perbaikan-perbaikan yang bertujuan untuk menormalkan mesin itu kembali.

2.3 OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Metode pendekatan yang digunakan untuk mengurangi dan menanggulangi permasalahan yang terjadi pada mesin dan peralatan adalah *Overall Equipment Effectiveness* OEE. Metode pengukuran suatu efektivitas atau kekuatan sebuah mesin sejauh mana mesin tersebut bisa normal, sejauh mana mesin tersebut bisa beroperasi dan juga dapat mengukur akibat-akibat kerugian yang ditimbulkan oleh ketidak efektifan mesin tersebut bekerja. Dalam penghitungan sejauh mana OEE dapat ditentukan adalah dengan perkalian tiga hasil faktor yaitu *availability*, *performance rate*, dan *quality rate*. (Nakajima, 1988)

Availability rate adalah suatu nilai yang menunjukkan ketersediaan waktu mesin, *Availability rate* melihat saat mesin mengalami indikator saat *downtime* dan lama waktu untuk *set up* dan *adjustment* sedangkan *performance rate* mengacu pada seberapa sering mesin, *idle*, *stoppage*, dan mesin yang berjalan dengan kecepatan rendah. *Quality rate* adalah indikator seberapa banyak *set up* atau *rework* sehingga 6 kerugian atau *losses* nantinya akan terlihat pada nilai OEE pada masing-masing komponen. Misalnya pada nilai *availability* ratenya rendah, maka *improvement* difokuskan untuk meningkatkan atau menambah *uptime* mesin dan mempercepat waktu *set up*. *Performance rate* berfokus pada menghilangkan mesin *idle*, *stoppage*, dan mesin *Quality rate* akan berfokus untuk *Improvement* dalam mencegah produk scrap atau terjadinya *rework*.

Dengan hal ini OEE juga dapat juga disebut sebagai pencampuran atau penggabungan dari suatu pemeliharaan mesin atau peralatan dan manajemen operasi serta kombinasi sumber daya. Dari simpulan tersebut, bahwa OEE sebagai alat ukur dalam menjaga peralatan agar tetap efisien saat digunakan dan dengan tujuan menghilangkan cacat produk dengan perhitungan ke tiga faktor hasil dari OEE. Setelah nilai ketemu dari ke tiga faktor tersebut maka akan digunakan acuan perusahaan untuk menjadi lebih baik lagi dari sebelumnya,

Untuk memperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* atau OEE Dengan cara mengalikan faktor per faktor dari ketiga faktor tersebut, yaitu perkalian antara persen dari nilai *availability rate*, dikali persen dari nilai *performance rate* dan terakhir persen dari nilai *quality rate*. (Nakajima, 1988) :

$$OEE (\%) = (n)availability\ rate (\%) \times (n)performance\ rate (\%) \times (n)quality\ rate (\%)$$

Dari hasil peralihan ke 3 faktor tersebut akan memperoleh nilai dari OEE. Untuk lebih detailnya setiap perusahaan pasti mempunyai nilai yang berbeda-beda tergantung masalah yang dihadapi. Nilai stadart OEE adalah 85% dan tidak boleh kurang dari itu. Jika kurang maka perusahaan otomatis mengalami masalah (Nakajima, 1988) :

- *Availability rate* mempunyai nilai harus > dari presentase 90%
- *Performance rate* mempunyai nilai harus > dari presentase 95%
- *Quality rate* mempunyai nilai harus lebih > 99%

Pembagian nilai dari OEE adalah sebagai berikut (Hansen, 2001):

- Nilai OEE jika kurang dari presentase nilai 65% maka tidak dapat diterima.
- Nilai OEE antara 65% sampai 75% sudah dinilai baik minusnya hanya mungkin ada peningkatan waktunya.
- Nilai presentase OEE 75-85% sudah sangat layak dan sangat bagus sebagai peningkatan dari *worwld class*

Standar nilai OEE dari JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) untuk (*Total Productive Maintenance*) TPM yang ideal adalah sebagai berikut :

- OEE kurang dari presentase 65%

Tingkatan dari suatu perusahaan tidak bisa diterima. Terdapat kerugian banyak di ekonomi dan daya saingnya sangat rendah.

- Nilai OEE antara 65% sampai 75%
Tingkatan suatu dari perusahaan sangat standar. Dapat diterima jika dalam proses perbaikan saja.
- Nilai OEE antara 75% sampai 85%
Daya saing yang rendah, dapat diterima dan diharap bisa dilanjut sampai 85% .
Dan tingkatan perusahaan dapat diterima.
- Nilai OEE antara 85% sampai 95%
Kelas perusahaan dikategorikan Bagus. Termasuk katagori kelas tinggi dan daya saing juga tinggi . dikategorikan kelas dunia.
- Nilai OEE lebih dari 95%
Tingkatan perusahaan paling tinggi dan sempurna. Merupakan kelas dunia. Dan sedikit perusahaan yang memiliki.
Dari hasil OEE tersebut dapat diketahui faktor mana saja yang mempengaruhi suatu produktivitas suatu peralatan dan mesin. Dan perusahaan juga sudah tau klasifikasi agar perusahaanya memenuhi standar.

2.3.1 Perhitungan Ketersediaan (*availability rate*)

Perhitungan ketersediaan (*availability rate*) adalah waktu yang diperlukan selama mesin jalan atau beroperasi untuk melakukan produksi. Ketersediaan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah *breakdown*, waktu *perbaikan* dan pemasangan. Untuk menghitung *Availability rate* memasukan rumus sebagai berikut (Willmott, 2001) :

$$availability\ rate = \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100\%$$

Downtime Waktu yang terbuang diakibatkan mesin tidak berjalan produktif.

Dengan rumus berikut :

$$Downtime = Loading\ Time - Operating\ Time$$

Operating Time waktu yang didapat ketika mesin beroperasi dan waktu aktual mesin multiblockSB306.

2.3.2 Perhitungan Efektifitas Kinerja (*performance rate*)

Adalah suatu perbedaan atau perbandingan dari hasil output produk mesin dan hasil dari produksi sebelumnya atau dengan kata lain adalah target yang semula

direncanakan. Untuk mengetahui kerugian dalam performa mesin adalah dengan melihat seberapa banyak mesin berhenti dan seberapa lambat kecepatan mesin menjadi menurun. Untuk mengetahui dan menghitung performance rate dapat dilihat berikut (Willmott, 2001) :

$$\text{performance rate} = \frac{\text{waktu siklus ideal} \times \text{jumlah output}}{\text{waktu operasi}} \times 100\%$$

Speed Losses yaitu waktu dari lamanya mesin tiba-tiba berhenti, macet dan beberapa faktor lain yang menyebabkan mesin mati.

$$\text{Net Operating Time} = \text{Operating Time} - \text{Speed Losses}$$

Net Operating Time adalah time atau waktu mesin saat beroperasi secara aktual. waktu siklus adalah total waktu awal sampai akhir dari waktu tunggu sampai akhir.

2.3.3 Perhitungan Tingkat Kualitas Produk (*quality rate*)

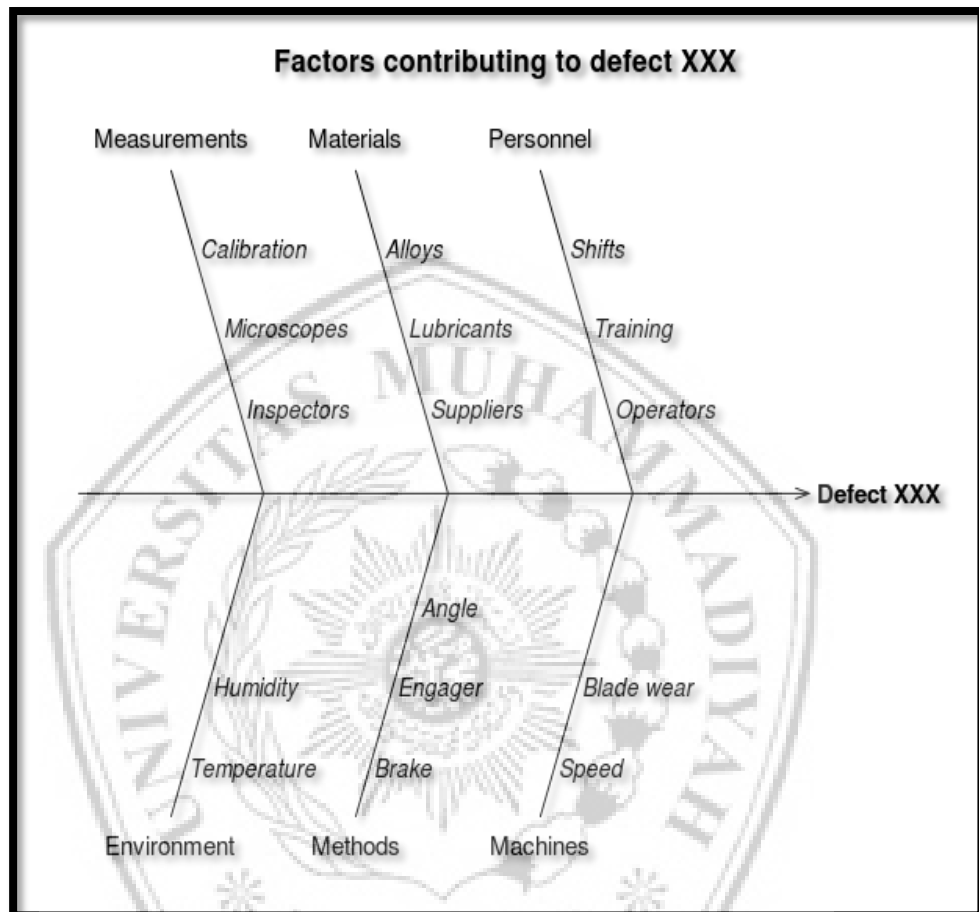
Quality rate adalah rasio jumlah suatu produk yang memiliki kelebihan yang lebih baik dari jumlah produk yang diproses. Untuk mengetahui kerugiannya maka dapat dibuktikan langsung dengan menghitung banyaknya jumlah tidak sesuai atau cacat waktu proses produksi. Rumus menghitungnya sebagai berikut (Willmott, 2001) :

$$\text{quality rate} = \frac{\Sigma \text{Produk} - \Sigma \text{Cacat}}{\Sigma \text{Produk}} \times 100\%$$

2.4 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat atau juga bisa disebut ishikawa diagram, bisa juga disebut diagram tulang ikan karena bentuknya mirip dengan isi perut atau dengan pastinya tulang ikan bisa juga disebut diagram *cause and effect diagram* diagram ini memiliki banyak nama tetapi dalam hal fungsi tetap satu fungsi yang sama. Diagram ini juga pertama kali diperkenalkan oleh ilmuwan dari Jepang yaitu Dr. Kishiro Ishikawa. Diagram ini sendiri digunakan atau difungsikan sebagai untuk

mengidentifikasi masalah dan mengetahui penyebab masalah-masalah tersebut bisa terjadi (Tague, 2005).



Gambar 2.2 *Ishikawa Chart*

Mafaatnya dapat dilihat pengamat untuk membantu menyelesaikan dalam teradinya masalah oleh faktor-faktor yang telah terbagi jelas . (Purba, 2008)

Fishbone diagram akan mengidentifikasi penyebab penyebab dari suatu kegagalan perusahaan. Masalah-masalah tersebut nantinya akan terbagi atau terpecah dari beberapa faktor bisa dari faktor manusia, metode, material juga bisa mesin. Dari hasil fishbone tersebut dapat dianalisis dengan perusahaan menggunakan sesi brainstorming. Yang nantinya dapat tepecahan bagaimana pemecahan masalahnya,

2.5 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Pada penelitian yang dilakukan pada perusahaan terdapat mesin *multiblock-SB306*. Pada mesin ini terdapat banyak masalah pada saat mesin kerja beroperasi yang berindikasi mesin tidak bisa bekerja secara optimal. Maka dari itu diperlukan suatu pencegahan atau pengatasan masalah yang terjadi. Dengan mempertimbangkan waktu yang singkat untuk memperbaikinya. Maka perlu pengusulan perbaikan melalui suatu metode yang tepat.

FMEA adalah suatu metode dimana pada waktu suatu proses yang gagal dikarenakan tidak memenuhi suatu proses spesifikasi yang telah ditentukan, dan dapat mengakibatkan suatu dampak kecacatan produk dan ketidaksiuaian pada kepuasan konsumen jika tidak dilakukan perbaikan. (Kenneth Crow, 2002)

Pada metode ini yang dapat dipergunakan untuk mengamati, mengecek dan dapat menemukan :

1. efek dari kegagalan suatu sistem
2. Efek atau akibat dari suatu kegagalan ini terjadi pada sistem dan diperlukannya suatu usulan perbaikan-perbaikan yang terjadi pada sistem tersebut (Perbaikan untuk meminimalis ini dilakukan berdasarkan nilai dari ranking kegagalan tersebut)

FMEA dilakukan selama tahap konseptual dari sistem tersebut dengan tujuan bahwa telah yakin dalam suatu kegagalan-kegagalan tersebut telah mempunyai solusi-solusi perbaikan untuk mengatasi dari kegagalan yang potensial . (Kevin A. Lange, 2001)

FMEA bermacam macam bentuk dan variasi tergantung pada informasi yang diperoleh dari perusahaan dan detail-detail yang dibutuhkan. Didalam suatu industri terdapat berbagai banyak macam-macam variasi untuk menerapkannya. Untuk melakukan pendekatan dan analisis kini aturan-aturan standar telah ditetapkan.

Berikut definisi menurut pengurutan dan ranking dari FMEA :

1. Akibat potensial suatu hasil yang dialami pada operator atau pengguna terakhir
2. Mode kegagalan potensial yaitu suatu kegagalan dan kecacatan yang mengakibatkan tidak bisa berfungsi

3. Penyebab potensial dari kegagalan kekurangan kelamahan yang menjadi potensial terjadinya kecacatan produk.
4. Occurance (O) adalah yaitu perkiraan dalam banyaknya frekuensi terjadinya kesalahan.

Dalam buku judul “*Reliability-Centered Maintenance*” karangan moubray Metode ini cukup mudah dalam mengurangi suatu efek kegagalan. Beberapa keuntungan dalam menggunakan metode FMEA adalah sebagai berikut :

- Dalam pekerjaan dapat dilakukan lebih detail terutama dalam pengawasan.
- Jadwal perawatan yang terencana sehingga dapat mengetahui kinerja mesin setiap harinya
- Pada waktu permasalahan terjadi sudah terukur bagaimana yang harusnya dilakukan
- Lebih mengetahui karakteristi dari performace sebuah kinerja mesin atau peralatan

Tahapan dari FMEA seperti berikut :

1. Menetapkan batasan proses.
2. Melakukan pengamatan langsung yang akan dianalisa.
3. Dari hasil pengamatan nantinya digunakan untuk menemukan kesalahan dari proses.
4. Setelah itu kesalahan tersebut diidentifikasi
5. Mencari nilai hasilnya (dengan *brainstorming*)
6. Memperoleh nilai RPN
7. Dari RPN tertinggi dicari penyebabnya dan dicari untuk perbaikannya.

2.5.1 Menentukan *Severity, Occurance, Detection and RPN*

Bentuk kegagalan dari FMEA dapat dicari terlebih dahulu setelah mencari dan menemukan hasil dari *saverty, detection dan occure* yang nantinya akan memperoleh hasil dari RPN untuk diambil nilai tertingginya. (Moubray, 1987).

▪ *Severity*

Severity yaitu mengidentifikasi suatu dampak terburu dari kegagalan. Dampak ini ditentukan berdasarkan tingkat cedera yang dialami personel, lama mesin berhenti, parah tidanya mesin rusak, produksi yang terlalu lama . (Moubray, 1987) :

Tabel 2.1 Tingkatan *Severity*

(Effect)	Kriteria	Efek dari pada produksi	Rangking
Pengaruh akibat tidak ada	Tidak ada akibat	Produksi masih bisa dikendalian	1
Sangat ringan	Mesin ada gangguan sangat ringan dan masih beroperasi dengan normal	Masih bisa dikendalikan dan perlu pengecekan ulang	2
Akibat ringan	Dalam operasi mesin masih tetap bisa beroperasi seperti biasanya hanya saja terdapat gangguan kecil yang masih bisa diendalian operator.	Telah diluar kendalian dan butuh untuk penyesuaian	3
Akibat minor	Mesin masih berjalan normal tetapi dan operator mengetahui kasus kecil.	Waktu downtime masih dibawah 30 menit	4
Akibat moderat	Mesin tetap bisa beroperasi tapi hasil produ kurang memuaskan	Waktu antara sampai 1 jam <i>downtime</i>	5
Akibat signifikan	Masih bisa beroperasi dengan bai tetapi mesin mengeluarkan kegagalan produk	Waktu <i>downtime</i> antara 1 sampai 2 jam	6

Akibat major	Waktu operasi mesin tidak bisa dijalankan secara optimal yang mengakibatkan kegagalan produk	Waktu <i>downtime</i> antara 2 sampai 4 jam	7
Akibat ekstrem	Tidak dapat beroperasi dan sudah tidak sesuai dengan kinerja mesin pada umumnya	Waktu <i>downtime</i> 4 sampai 8 jam	8
Akibat serius	Mesin tidak dapat beroperasi dan sudah tidak sesuai untuk bekerja	Waktu <i>downtime</i> lebih dari 8 jam	9
Akibat berbahaya	Mesin sudah tidak bisa bekerja dan dapat membahayakan operator	Waktu <i>downtime</i> lebih dari 8 jam	10

Sumber: (Moubray,1987)



▪ *Occurance*

Jumlah terjadinya suatu kegagalan (*occurance*). sebagai berikut (moubray, 1987) :

Tabel 2.2 Tingkatan *Occurance*

Insiden	Kriteria	Tingkatan bentuk kerusakan	Rangking
Tidak pernah (hampir)	Jarang sekali mengalami kerusakan	Lebih > dari 10.000 jam operasi.	1
Remote	Terjadinya kerusakan mesin tetapi masih jarang terjadi	Waktu operasi antara 6000-10000 jam	2
Sangat sedikit	Terjadinya kerusakan mesin sangat sedikit terjadi	Waktu operasi antara 3000-6000 jam	3
Sedikit	Masih sedikitnya kerusakan yang terjadi pada mesin	Waktu operasi antara 2000-3000 jam	4
Masih Rendah	Terjadi kerusakan tapi masih golongan tingkat rendah	Waktu antara 1000-2000 jam	5
Tingkat medium	Masih dalam kerusakan medium	Waktu antara 400-1000 jam	6

Mulai tinggi	Kerusakan mulai terjadi meningkat	Waktu operasi antara 100-400 jam	7
Tinggi	Kerusakan yang terjadi pada mesin tinggi	Waktu operasi antara 10-100 jam	8
Sangat tinggi	Terjadi kerusakan sangat tinggi	Waktu operasi antara 1-10 jam	9
Selalu rusak	Sangat sering rusak mesin	Dibawah waktu operasional	10

Sumber: (Moubray,1987)

▪ *Detection*

Detection adalah pengukuran kontrol dan pengontrol kegagalan ranking dilihat di table 2.3 (Moubray, 1987) :

Tabel 2.3 Tingkatan *Detection*

Insiden	Kriteria	Tingkatan bentuk kerusakan	Rangking
Tidak pernah (hampir)	Jarang sekali mengalami kerusakan	Lebih > dari 10.000 jam operasi.	1
Remote	Terjadinya kerusakan mesin tetapi masih jarang terjadi	Waktu operasi antara 6000-10000 jam	2
Sangat sedikit	Terjadinya kerusakan mesin	Waktu operasi antara 3000-6000 jam	3

	sangat sedikit terjadi		
Sedikit	Masih sedikitnya kerusakan yang terjadi pada mesin	Waktu operasi antara 2000-3000 jam	4
Masih Rendah	Terjadi kerusakan tapi masih golongan tingkat rendah	Waktu antara 1000-2000 jam	5
Tingkat medium	Masih dalam kerusakan medium	Waktu antara 400-1000 jam	6
Mulai tinggi	Kerusakan mulai terjadi meninggi	Waktu operasi antara 100-400 jam	7
Tinggi	Kerusakan yang terjadi pada mesin tinggi	Waktu operasi antara 10-100 jam	8
Sangat tinggi	Terjadi kerusakan sangat tinggi	Waktu operasi antara 1-10 jam	9
Selalu rusak	Sangat sering rusak mesin	Dibawah waktu operasional	10

▪ *Risk Priority Number*

Untuk memperoleh RPN maka setelah tau nilai dari severity, occurrence, detection maka dapat dicari dengan rumus (Moubray, 1987) :

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurance} \times \text{Detection}$$

Untuk hasil nilai RPN tertinggi maka tingkatan utama suatu mesin atau peralatan dikategorikan bisa tinggi dan perlu diadakanya perbaikan.

